

0500  
#10288  
D360

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re application of: **Takashi UMEMOTO, et al.**

Serial No.: **09/988,815**

Filed: **November 20, 2001**

P.T.O. Confirmation No.: 8820

For: **MAGNETOSTATIC WAVE DEVICE AND DISTURBANCE WAVE  
ELIMINATOR**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

**COPY OF PAPERS  
ORIGINALLY FILED**

Date: February 22, 2002

Sir: \_\_\_\_\_

The benefit of the following prior foreign applications are hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2000-355214, filed November 22, 2000**

**Japanese Appln. No. 2000-355215, filed November 22, 2000**

**Japanese Appln. No. 2000-400628, filed December 28, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully Submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP

William F. Westerman  
Attorney for Applicants  
Reg. No. 29,988

WFW/jaz  
Atty. Docket No. **011548**  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
(202) 659-2930



**23850**

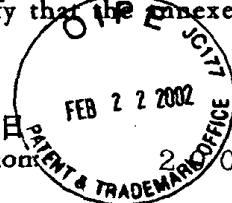
PATENT TRADEMARK OFFICE

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日 Date of Application 2000年11月22日



出願番号 Application Number: 特願2000-355214

[ST.10/C]: [JP2000-355214]

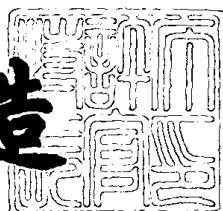
出願人 Applicant(s): 三洋電機株式会社

COPY OF PAPER  
ORIGINALLY FILED

2002年 1月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3114777

【書類名】 特許願  
【整理番号】 NAA1001041  
【提出日】 平成12年11月22日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01P 1/23  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内  
【氏名】 梅本 卓史  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内  
【氏名】 山野 耕治  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内  
【氏名】 前田 篤志  
【特許出願人】  
【識別番号】 000001889  
【氏名又は名称】 三洋電機株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100098305  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 福島 祥人  
【電話番号】 06-6330-5625  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100109438  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 大月 伸介

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 032920

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0006012

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静磁波素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1および第2の端面を有し、静磁波材料からなる磁性層を備え、

前記磁性層は、前記第1の端面と前記第2の端面との間で静磁波を伝搬させ、前記第2の端面は、前記第1の端面に対して第1の間隔を有する第1の部分と、前記第1の端面に対して前記第1の間隔と異なる第2の間隔を有する第2の部分とを有することを特徴とする静磁波素子。

【請求項2】 前記第1の部分は、前記第1の端面に対して前記第1の間隔で平行に配置された第1の端面部を含み、

前記第2の部分は、前記第1の端面に対して前記第2の間隔で平行に配置された第2の端面部を含むことを特徴とする請求項1記載の静磁波素子。

【請求項3】 前記静磁波素子は、前記第1および第2の端面間で静磁波を共振させる共振器であることを特徴とする請求項1または2記載の静磁波素子。

【請求項4】 前記磁性層は、前記第1および第2の端面と交わる方向に所定間隔だけ隔てて配置される第1および第2の磁性層を含むことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の静磁波素子。

【請求項5】 前記第1および第2の磁性層のうちの一方の上に配置される入力用線路と、前記第1および第2の磁性層のうちの他方の上に配置される出力用線路とをさらに備えることを特徴とする請求項4記載の静磁波素子。

【請求項6】 第1および第2の端面を有し、静磁波を伝搬させる静磁波材料から磁性層を備え、前記磁性層は、前記第1および第2の端面間に形成された少なくとも1本の溝により複数の磁性層に分離され、前記溝の断面は、少なくとも一つの段差を有する階段状であることを特徴とする静磁波素子。

【請求項7】 前記溝の断面形状は、前記溝の中央部が最も深くかつ鏡面对称であることを特徴とする請求項6記載の静磁波素子。

【請求項8】 前記溝は、機械加工により形成された溝であることを特徴とする請求項6または7記載の静磁波素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、静磁波を伝搬させる静磁波材料を用いた静磁波素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、YIG（イットリウム-鉄-ガーネット）膜を用いた静磁波素子について種々の研究がなされている。例えば、高周波用フィルタ等に用いられる静磁波素子として、YIG膜を矩形に切断して対向する端面間で静磁波を共振させる直線端共振器（Straight Edge Resonator;SER）等が提案されている。

【0003】

図5は、従来の静磁波素子の一例である上記の直線端共振器の構成を示す概略斜視図である。

【0004】

図5に示すように、従来の静磁波素子では、導電体14上に誘電体基板16が配置され、誘電体基板16上にYIG膜12が配置され、YIG膜12上にGGG（ガドリニウム-ガリウム-ガーネット）基板13が配置される。また、YIG膜12の両側の誘電体基板16上に、入力用電極11aおよび出力用電極11bが配置されている。YIG膜12およびGGG基板13は、矩形形状に加工され、YIG膜12の長手方向に沿った端面（入力用電極11aおよび出力用電極11bと平行な端面）間で静磁波を共振させ、直線端共振器が構成されている。

【0005】

上記の構成により、入力用電極11aに入力信号が入力されると、この入力信号に対応した高周波磁界が入力用電極11aから発生される。このとき、入力用電極11aおよび出力用電極11bに平行な方向に直流磁界Hが印加されており、入力用電極11aから発生される高周波磁界によりYIG膜12内に静磁波が誘起され、この静磁波がYIG膜12内を伝搬して長手方向に沿った端面間で共振する。この静磁波が出力用電極11bにより電気信号に変換され、出力信号と

して取り出される。このようにして、図5に示す静磁波素子は、共振周波数に対応した所定の高周波信号を通過させる高周波フィルタとして機能する。

## 【0006】

上記の従来の静磁波素子は、1.4 mm × 4 mmと小型であり、簡略な構造によりYIG膜12の長手方向に沿った端面における静磁波の共振を主モードとする共振器を構成することができる。しかしながら、この主モードの共振がYIG膜12の長手方向において対向する端面（入力用電極11aおよび出力用電極11bと直交する方向に沿う端面）間のモードの共振と干渉を起こし、共振特性が双峰特性になることが指摘されている。

## 【0007】

上記の従来の静磁波素子の通過帯域幅を広げるために、2つの直線端共振器を結合させた静磁波素子も提案されている。図6は、2つの直線端共振器を結合させた従来の静磁波素子の構成を示す概略斜視図である。

## 【0008】

図6に示す静磁波素子は、GGG基板13と誘電体基板16との間に配置される2つのYIG膜12a, 12bを備え、2つのYIG膜12a, 12bの内側の対向する端面が間隔Sだけ離間して平行になるように配置される。この静磁波素子では、2つのYIG膜12a, 12bがそれぞれ直線端共振器として機能するとともに、2つの直線端共振器が結合され、YIG膜12a, 12bの間隔Sを変化させることにより結合の強さが変化する。

## 【0009】

図7は、図6に示す従来の静磁波素子の周波数特性を示す図である。例えば、間隔Sが約1mm以下の場合、図7に示すように、挿入損失は約-15dBとなり、3dB帯域幅は約10MHzとなり、図5に示す静磁波素子より通過帯域幅を拡大することができる。

## 【0010】

また、近年では、無線LAN (Local Area Network) 等に採用されるスペクトル拡散通信方式において、2.4GHz帯のスペクトル拡散された入力信号に重畠した狭帯域の妨害波を除去するために静磁波素子を用いることが提案されてい

る。この場合、静磁波素子には、3 dB帯域幅として約30MHz以上の広い帯域幅が必要とされる。このため、静磁波素子には、周波数選択性を持たせずに静磁波の伝搬可能帯域の全ての帯域で入力信号をフィルタリングするYIG単結晶薄膜が用いられており、この場合の通過帯域幅は、約900MHzであり、挿入損失は約10dBである。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図6に示す従来の静磁波素子では、図5に示す従来の静磁波素子より通過帯域幅を拡大することはできるが、3dB帯域幅が約10MHzであり、無線LAN等に用いられる静磁波素子として通過帯域幅が狭すぎる。また、挿入損失が約15dBと大きいため、この点でも、無線LAN等に用いられる静磁波素子として使用することはできない。

## 【0012】

また、上記の無線LAN等に用いられる従来の静磁波素子では、通過帯域幅は十分であるが、通過帯域幅の周波数特性の平坦性が悪く、フィルタリング後の出力信号の復調に悪影響を与える可能性がある。

## 【0013】

本発明の目的は、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる静磁波素子を提供することである。

## 【0014】

本発明の目的は、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができ、さらに、容易に製造することができる静磁波素子を提供することである。

## 【0015】

## 【課題を解決するための手段および発明の効果】

本発明に係る静磁波素子は、第1および第2の端面を有し、静磁波材料からなる磁性層を備え、磁性層は、第1の端面と第2の端面との間で静磁波を伝搬させ、第2の端面は、第1の端面に対して第1の間隔を有する第1の部分と、第1の

端面に対して第1の間隔と異なる第2の間隔を有する第2の部分とを有するものである。

## 【0016】

本発明に係る静磁波素子においては、磁性層の第1の端面と第2の端面との間で静磁波が伝搬され、第2の端面の第1の部分は、第1の端面に対して第1の間隔を有し、第2の部分は、第1の端面に対して第1の間隔と異なる第2の間隔を有している。すなわち、静磁波が伝搬される間隔として、磁性層内において第1の間隔と第2の間隔との2つの間隔が設けられ、第1の端面と第2の端面の第1の部分との間では、第1の間隔の2倍の波長を有する静磁波が選択的に反射され、第1の端面と第2の端面の第2の部分との間では、第2の間隔の2倍の波長を有する静磁波が選択的に反射される。

## 【0017】

したがって、選択的に反射することができる静磁波の波長の範囲が拡大し、挿入損失を増大させることなく、静磁波素子の通過帯域幅を拡大することができる。また、磁性層の第1の間隔と第2の間隔とが異なり、磁性層とその周りの空間との間で静磁波に対するインピーダンスが急激に変化しないため、磁性層とその周りの空間とのインピーダンスの整合性が改善され、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる。この結果、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる。

## 【0018】

第1の部分は、第1の端面に対して第1の間隔で平行に配置された第1の端面部を含み、第2の部分は、第1の端面に対して第2の間隔で平行に配置された第2の端面部を含むことが好ましい。

## 【0019】

この場合、第1の端面部が第1の端面に対して第1の間隔で平行に配置され、第2の端面部が第1の端面に対して第2の間隔で平行に配置され、平行な各端面間で静磁波をより選択的に反射することができる。

## 【0020】

静磁波素子は、第1および第2の端面間で静磁波を共振させる共振器であることが好ましい。

## 【0021】

この場合、第1および第2の端面間で静磁波が選択的に共振し、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる共振器を実現することができる。

## 【0022】

磁性層は、第1および第2の端面と交わる方向に所定間隔だけ隔てて配置される第1および第2の磁性層を含むことが好ましい。

## 【0023】

この場合、磁性層が所定間隔だけ隔てて配置された第1および第2の磁性層から構成され、各磁性層の第1の間隔と第2の間隔とが異なり、各磁性層とその間の空間との間で静磁波に対するインピーダンスが急激に変化しないため、各磁性層とその間の空間とのインピーダンスの整合性が改善され、通過帯域内の周波数特性をより平坦化することができる。

## 【0024】

第1および第2の磁性層のうちの一方の上に配置される入力用線路と、第1および第2の磁性層のうちの他方の上に配置される出力用線路とをさらに備えることが好ましい。

## 【0025】

この場合、入力用線路が一方の磁性層の上に配置され、出力用線路が他方の磁性層の上に配置され、入力用線路および出力用線路と磁性層とが密着され、入力用線路および出力用線路と磁性層との間の損失を低減することができ、挿入損失をより低減することができる。

## 【0026】

本発明に係る静磁波素子は、第1および第2の端面を有し、静磁波を伝搬させる静磁波材料から磁性層を備え、磁性層は、第1および第2の端面間に形成された少なくとも1本の溝により複数の磁性層に分離され、溝の断面は、少なくとも一つの段差を有する階段状であるものである。

## 【0027】

本発明に係る静磁波素子においては、磁性層が第1および第2の端面間に形成された溝により第1の端面と溝の一方の側面により形成される端面とを有する磁性層と、第2の端面と溝の他方の側面により形成される端面とを有する磁性層とに分離され、溝の断面が少なくとも一つの段差を有する断面形状を有しているため、これらの磁性層のうち少なくとも一つの磁性層は、端面間の間隔が異なり、間隔が異なる端面間で静磁波を共振させる共振器を含む複数の共振器を結合した共振器を作成することができる。

## 【0028】

したがって、静磁波が伝搬される間隔として少なくとも一つの磁性層内において異なる間隔が設けられ、異なる波長を有する複数の静磁波を選択的に共振させることができる。この結果、選択的に共振させることができる静磁波の波長の範囲が拡大し、挿入損失を増大させることなく、静磁波素子の通過帯域幅を拡大することができる。

## 【0029】

また、溝の断面が階段状であるため、磁性層と溝との間で静磁波に対するインピーダンスが急激に変化せず、磁性層と溝とのインピーダンスの整合性が改善され、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる。

## 【0030】

さらに、少なくとも1本の溝を形成することにより上記の共振器を作成することができるので、その製造方法も容易となる。

## 【0031】

この結果、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができ、さらに、容易に製造することができる。

## 【0032】

溝の断面形状は、溝の中央部が最も深くかつ鏡面対称であることが好ましい。この場合、溝の断面形状が中央部で最も深くかつ鏡面対称であるため、第1および第2の端面に対して間隔の異なる端面を各磁性層に容易に形成することができ

、通過帯域幅をより拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性をより平坦化することができる。

【0033】

溝は、機械加工により形成された溝であることが好ましい。この場合、研削、研磨等の機械加工により溝を形成することができるので、化学的なエッチングやイオンミリング等に比べて略矩形形状の深い溝を、磁性層の結晶性等に影響されず、磁性層の任意の位置に高精度に形成することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施の形態による静磁波素子について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の一実施の形態による静磁波素子の構成を示す概略斜視図である。

【0035】

図1に示す静磁波素子は、入力用電極1a、出力用電極1b、2つのYIG（イットリウム-鉄-ガーネット）膜2a、2b、GGG（ガドリニウム-ガリウム-ガーネット）基板3および接地基板4を備える。

【0036】

図1に示すように、接地基板4の上にGGG基板3が配置され、GGG基板3の上にYIG膜2a、2bが配置され、YIG膜2aの上に入力用電極1aが配置され、YIG膜2bの上に出力用電極1bが配置されている。YIG膜2a、2bには、永久磁石または電磁石等からなる磁界発生器（図示省略）によりYIG膜2a、2bの長手方向に沿って直流磁界Hが印加されている。

【0037】

入力用電極1aおよび出力用電極1bは、導電性の良好な金属からなり、例えば、Al、Cu、Au、Ag等を用いることができ、その断面形状は、図示のよいうな四角形形状に特に限定されず、円形等の他の形状であってもよい。

【0038】

YIG膜2a、2bは、フェリ磁性体からなる磁性層であり、例えば、GGG基板3の表面に液相エピタキシャル成長させた磁性ガーネット単結晶膜であるY

$_{3}Fe_5O_{12}$  単結晶膜を用いることができる。なお、磁性層としては、この例に特に限定されず、静磁波を伝搬することができれば、他の静磁波材料を用いてもよい。

## 【0039】

YIG膜2a, 2bは、本実施の形態では、例えば、その幅が約2mm、その長さが5mm、その膜厚が25μmの矩形形状を有し、後述する機械加工により形成された溝5によりGGG基板3上で分離されるとともに、その長手方向の各端面が互いに平行になるように形成されている。なお、この場合のGGG基板3の幅は4.5mmであり、その長さは5mmであり、その厚さは400μmである。

## 【0040】

次に、上記のように構成された静磁波素子の溝5の断面形状について説明する。図2は、図1に示す静磁波素子の概略断面図である。

## 【0041】

図2に示すように、溝5の断面形状の上部の幅t1は500μmであり、中間部の幅t2は300μmであり、下部の幅t3は100μmであり、最も浅い部分の深さd1は10μmであり、次に深い部分の深さd2は20μmであり、最も深い部分の深さd3が30μmであり、中央部が最も深く鏡面対称の形状となっている。

## 【0042】

ここで、YIG膜2a, 2bの厚さは25μmであるため、GGG基板3の表面から深さ5μmだけ溝5の中央部がGGG基板3にも形成されている。したがって、YIG膜2a, 2bがGGG基板3上で完全に分離され、YIG膜2a, 2bの断面形状も溝5を中心として鏡面対称となっている。なお、溝5の深さは、YIG膜2a, 2bを完全に分離することができればよく、YIG膜2a, 2bの厚さと同一にしてもよく、また、GGG基板3内により深く形成してもよい。

## 【0043】

上記の断面形状を有する溝5により、YIG膜2aでは長手方向の端面20a

に対して第1～第3端面20b～20dがそれぞれ平行に形成され、各端面間の距離は100μmずつ異なっている。したがって、端面20aと第1の端面20bとの間では、端面20aと第1の端面20bとの間の第1の間隔の2倍の波長を有する静磁波を主モードとして選択的に共振させる直線端共振器が構成され、端面20aと第2の端面20cとの間では、端面20aと第2の端面20cとの間の第2の間隔（第1の間隔+100μm）の2倍の波長を有する静磁波を主モードとして選択的に共振させる直線端共振器が構成され、端面20aと第3の端面20dとの間では、端面20aと第3の端面20dとの間の第3の間隔（第1の間隔+200μm）の2倍の波長を有する静磁波を主モードとして選択的に共振させる直線端共振器が構成されている。

#### 【0044】

また、溝5の断面が鏡面対称に形成されているため、YIG膜2bにおいても、YIG膜2aと同様に、端面21aと第1の端面21bとの間の第1の間隔、端面21aと第2の端面21cとの間の第2の間隔および端面21aと第3の端面21dとの間の第3の間隔の2倍の波長を有する静磁波を主モードとして選択的に共振させる直線端共振器が構成されている。

#### 【0045】

なお、溝5の断面形状は、上記の例に特に限定されず、共振器を構成する端面間の間隔が異なるものであれば、他の形状を用いてもよく、例えば、テーパー状、曲線状またはこれらを複合した形状等を用いてもよい。また、各端面をYIG膜2a、2bの長手方向に沿って直線状に形成したが、長手方向に沿って階段状、テーパー状、曲線状等の形状で端面を形成してもよい。

#### 【0046】

次に、上記のように構成された静磁波素子の動作について説明する。まず、外部から入力信号が入力用電極1aに入力されると、この入力信号に対応した高周波磁界が入力用電極1aから発生される。このとき、YIG膜2aの長手方向に沿って直流磁界Hが印加されており、入力用電極1aから発生された高周波磁界によりYIG膜2a内に静磁表面波が誘起される。

#### 【0047】

YIG膜2a内に誘起された静磁表面波のうち端面20aと第1の端面20bとの間の第1の間隔の2倍の波長を有する静磁波は、端面20aと第1の端面20bとの間で選択的に反射され、このモードを主モードとして選択的に共振する。

## 【0048】

また、誘起された静磁表面波のうち端面20aと第2の端面20cとの間の第2の間隔の2倍の波長を有する静磁波は、端面20aと第2の端面20cとの間で選択的に反射され、このモードを主モードとして選択的に共振する。

## 【0049】

さらに、誘起された静磁表面波のうち端面20aと第3の端面20dとの間の第3の間隔の2倍の波長を有する静磁波は、端面20aと第3の端面20dとの間で選択的に反射され、このモードを主モードとして選択的に共振する。

## 【0050】

上記のようにして、YIG膜2aでは、波長の異なる3つの静磁波が選択的に共振され、これらの静磁波をYIG膜2a内で効率よく伝搬させることができる。

## 【0051】

次に、YIG膜2aの第1～第3の端面20b～20dとYIG膜2bの第1～第3の端面21b～21dとは溝5を介して平行に配置されており、YIG膜2a, 2bが共振器として結合される。このとき、YIG膜2a, 2bでは、各端面間の第1～第3の間隔が徐々に変化しているため、YIG膜2a, 2bとの間の溝5（空間、本実施の形態では空気）との間で静磁波に対するインピーダンスが急激に変化せず、YIG膜2a, 2bと溝5とのインピーダンスの整合性が改善される。この結果、第1の間隔の2倍の波長から第3の間隔の2倍の波長までの範囲の静磁波を溝5を介してYIG膜2aからYIG膜2bへ効率よく伝搬させることができる。

## 【0052】

ここで、YIG膜2bも、YIG膜2aと同様に、端面21aに対して第1～第3の端面21b～21dが設けられているので、上記と同様にして、端面21

a と第1～第3の端面 21b～21dとの間の第1～3の間隔の2倍の波長を有する静磁波を選択的に共振させ、YIG膜2bの長手方向に平行な端面間の主モードの静磁波のみを効率よく伝搬させ、波長の異なる3つの静磁波をYIG膜2b内で効率よく伝搬させることができる。

## 【0053】

このようにして、YIG膜2a, 2bがそれぞれ共振器として動作するとともに、YIG膜2a, 2bと溝5とのインピーダンスの整合性が改善されて両共振器が低損失で結合され、両共振器の主モードの静磁波をより効率的に伝搬させることができる。効率よく伝搬された静磁波は、出力用電極1bにより電気信号に変換され、出力信号として取り出される。この結果、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる共振器を実現することができる。

## 【0054】

次に、上記のように構成された静磁波素子の製造方法のうち溝5の形成方法について説明する。図3は、図1に示すYIG膜に溝を機械加工により形成する方法を説明するための概略斜視図である。

## 【0055】

図3に示すブレード6は、ダイシングソー装置において図中のy軸を回転中心として回転可能にかつ図中のz軸に平行に移動可能に構成された円盤形ブレードであり、その先端部の刃の断面形状は、矩形形状を有しており、矩形形状の溝を形成することができる。ステージ台9は、ダイシングソー装置において図中のx軸およびy軸にそれぞれ平行に移動可能に構成されかつ真空チャッキング機能を有する。

## 【0056】

ブレード6としては、例えば、平均粒径3μmのダイヤモンド粒子を用いて電着法により形成され、ダイヤモンド粒子の充填率が50%で厚さが100μmのダイヤモンドブレードを用いることができる。なお、ブレード6としては、上記の例に特に限定されず、粉末冶金法により形成されたブレード等を用いてもよく、また、砥粒を熱硬化性樹脂等により固化したブレード等を用いてもよい。

## 【0057】

まず、ブレード6をダイシングソー装置に装着し、被加工物7をワックスによりカーボン台8上に固定し、カーボン台8を真空チャッキングによりダイシングソー装置のステージ台9上に固定する。被加工物7は、長さが4.5mm、幅が5mmおよび厚さが400μmのGGG基板3の上に厚さ25μmのYIG膜がエピタキシャル成長により形成されたものである。

## 【0058】

次に、ブレード6を図中の矢印方向に30000rpmの回転数で回転させるとともに、-z方向に移動させて所定位置に固定した状態で、ステージ台9を-x方向に移動させて被加工物7のYIG膜に深さ10μmのストライプ状の溝を形成する。

## 【0059】

次に、ステージ台9をy方向へ400μmだけ移動させた後、上記と同様にブレード6を所定位置に固定した状態で、ステージ台9を-x方向に移動させて被加工物7のYIG膜に深さ10μmのストライプ状の溝を形成し、既に形成した溝と300μmだけ離間して並列に溝を形成する。

## 【0060】

次に、ブレード6をz方向へ移動させた後、ステージ台9を-y方向へ300μmだけ移動させ、その後、ブレード6をさらに-z方向へ10μmだけ移動させ、さらに、ステージ台9を-x方向に移動させて被加工物7のYIG膜に深さ20μmのストライプ状の溝を形成する。

## 【0061】

次に、ステージ台9をy方向に200μmだけ移動させた後、上記と同様にブレード6を所定位置に固定した状態で、ステージ台9を-x方向に移動させて被加工物7のYIG膜に深さ20μmのストライプ状の溝を形成し、既に形成した深さ20μmの溝と100μmだけ離間して並列に溝を形成する。

## 【0062】

次に、ブレード6をz方向へ移動させた後、ステージ台9を-y方向へ100μmだけ移動させ、その後、ブレード6をさらに10μmだけ-z方向へ移動さ

せ、さらに、ステージ台9を- $x$ 方向に移動させて被加工物7のYIG膜およびGGG基板に深さ $30\mu\text{m}$ のストライプ状の溝を形成し、図1に示すようにGGG基板3上に溝5により分離された2つのYIG膜2a, 2bが形成される。

## 【0063】

その後、入力用電極1aおよび出力用電極1bを所定のマスクを介して蒸着法等によりYIG膜2a, 2bの上にそれぞれ形成し、図1に示すような各段差が $10\mu\text{m}$ で最大の溝幅が $500\mu\text{m}$ の3段の階段形状を有する溝5を備える静磁波素子が作成される。.

## 【0064】

上記のように、本実施の形態では、機械加工により溝5を形成しているので、所望の断面形状を有しかつ所望の溝幅および溝深さを有するストライプ状の溝を短時間で形成することができる。また、この機械加工では、YIG膜の結晶性や結晶方向に依存することなく、所望の方向に矩形状の溝を高精度に作成することができる。

## 【0065】

なお、溝の形成順序は、上記の例に特に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、溝を片側から順次形成したり、中央部から溝を形成したりしてもよく、また、幅の異なる複数のブレード、例えば、 $500\mu\text{m}$ の幅を有するブレードを用いて最も浅い溝を一度に加工し、次に、 $300\mu\text{m}$ 幅のブレードを用いて次に深い溝を一度に加工し、最後に、 $100\mu\text{m}$ 幅のブレードを用いて最も深い溝を加工するようにしてもよい。

## 【0066】

次に、上記の製造方法により作成した図1に示す静磁波素子の周波数特性について説明する。図4は、図1に示す静磁波素子の周波数特性を示す図である。なお、作成した静磁波素子の周波数特性の測定時に用いた直流磁界Hの磁場強度は、 $2.4 \times 10^4\text{ A/m}$ である。

## 【0067】

図4に示すように、図1に示す静磁波素子では、挿入損失が $5.0\text{ dB}$ と小さくなり、また、 $3\text{ dB}$ 帯域幅が $40\text{ MHz}$ に拡大されるとともに平坦な特性とな

っており、挿入損失を低下させることができるとともに、通過帯域幅を拡大することができ、さらに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができた。

## 【0068】

上記のように、本実施の形態では、YIG膜がGGG基板3の上で溝5によりYIG膜2a, 2bに分離され、溝5の断面が階段状の断面形状を有しているため、端面間の間隔が異なるYIG膜2a, 2bを作成することができ、端面間で静磁波を共振させる2つのYIG膜2a, 2bを結合した共振器を作成することができる。

## 【0069】

したがって、静磁波が伝搬される間隔として、各YIG膜2a, 2b内において3つの間隔が設けられ、異なる波長を有する3つの静磁波が選択的に共振される。この結果、選択的に共振される静磁波の波長の範囲が拡大し、挿入損失を増大させることなく、静磁波素子の通過帯域幅を拡大することができる。

## 【0070】

また、溝5の断面が階段状であるため、各YIG膜2a, 2bと溝5との間で静磁波に対するインピーダンスが急激に変化せず、各YIG膜2a, 2bと溝5とのインピーダンスの整合性が改善され、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる。さらに、1本の溝5を形成することにより上記の共振器を作成することができるので、その製造方法も容易となる。

## 【0071】

このように、本実施の形態では、挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができ、さらに、容易に製造することができる。

## 【0072】

上記のように、本発明による静磁波素子は、挿入損失が小さく、通過帯域幅が広く、かつ通過帯域内の周波数特性が平坦化な共振器として動作することができるので、種々のフィルタリング用途に好適に用いることができる。例えば、直接拡散方式、周波数ホッピング方式等のスペクトル拡散通信方式を用いた妨害波除去装置の高周波フィルタとして好適に用いることができ、無線LAN (Local Ar

ea Network)、CDMA (Code Division Multiple Access) 方式の携帯電話等のいわゆるセルラー無線システム等に用いることができる。

## 【0073】

なお、上記の説明では、YIG膜2a, 2bの間に階段状の断面を有する溝5を形成して2つの共振器を結合する例を示したが、YIG膜2a, 2bの間に断面が矩形形状の1本の溝を形成し、分離された2つのYIG膜の外側の端面に階段状の端面を形成しても、同様の効果を得ることができる。また、共振器の結合数は、上記の2個に特に限定されず、少なくとも1つの共振器を構成するYIG膜において端面間の間隔が異なっていれば、共振器を単独で用いてもよく、また、3個以上の複数の共振器を結合して用いてもよい。

## 【0074】

また、本実施の形態では、入力用電極と平行な方向に沿って直流磁界を印加して静磁表面波を用いたが、直流磁界の印加方向は、この例に特に限定されず、他の方向に沿って印加して静磁後進体積波または静磁前進体積波等を用いてもよい。また、印加する直流磁界の磁場強度も、上記の例に特に限定されず、種々の変更が可能である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の一実施の形態による静磁波素子の構成を示す概略斜視図である。

## 【図2】

図1に示す静磁波素子の概略断面図である。

## 【図3】

図1に示すYIG膜に溝を機械加工により形成する方法を説明するための概略斜視図である。

## 【図4】

図1に示す静磁波素子の周波数特性を示す図である。

## 【図5】

従来の静磁波素子の一例である直線端共振器の構成を示す概略斜視図である。

## 【図6】

2つの直線端共振器を結合させた従来の静磁波素子の構成を示す概略斜視図である。

【図7】

図6に示す従来の静磁波素子の周波数特性を示す図である。

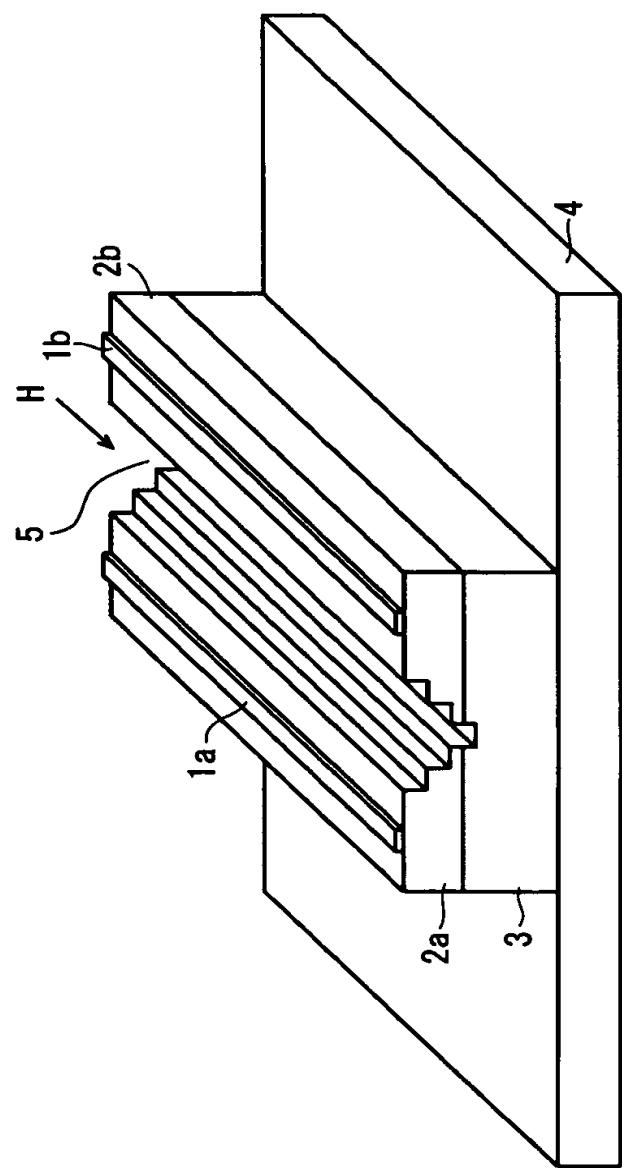
【符号の説明】

- 1 a 入力用電極
- 1 b 出力用電極
- 2 a, 2 b YIG膜
- 3 GGG基板
- 4 接地基板

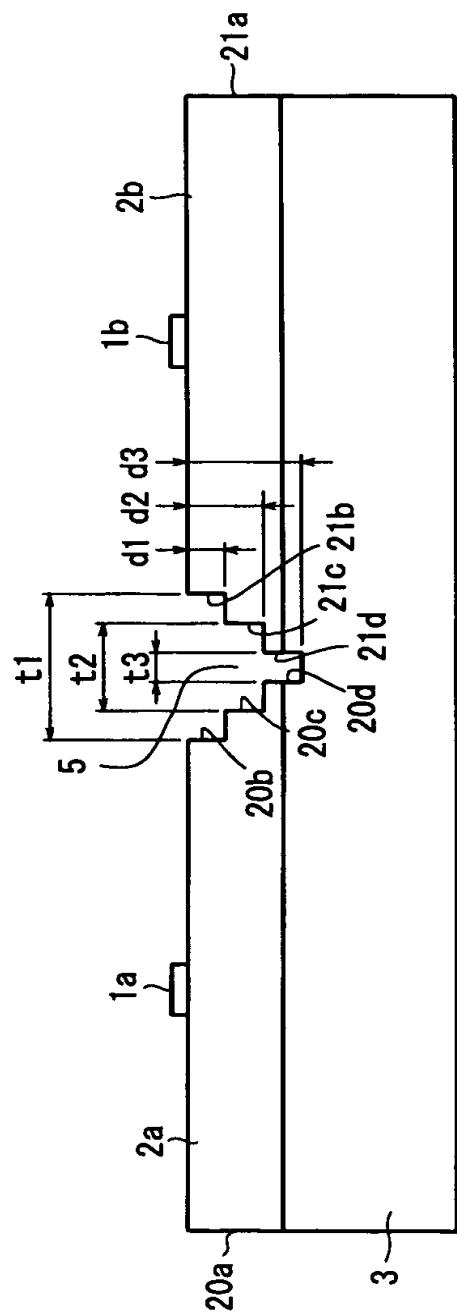
【書類名】

図面

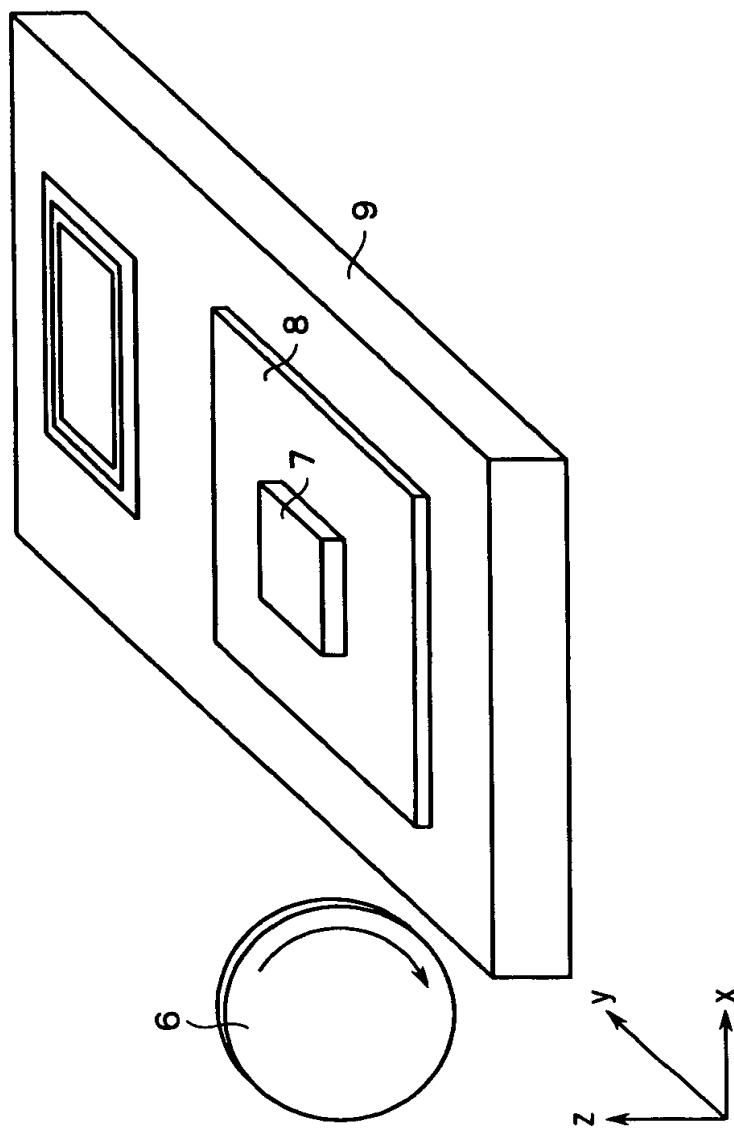
【図1】



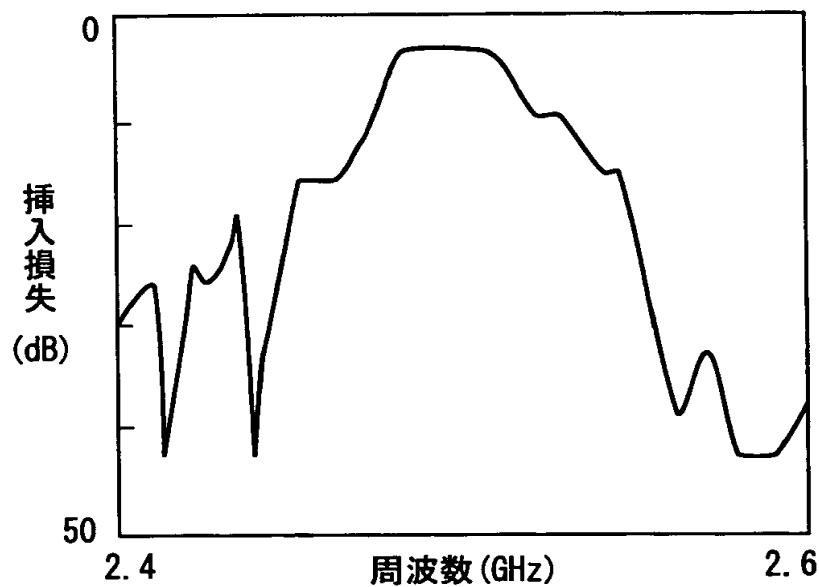
【図2】



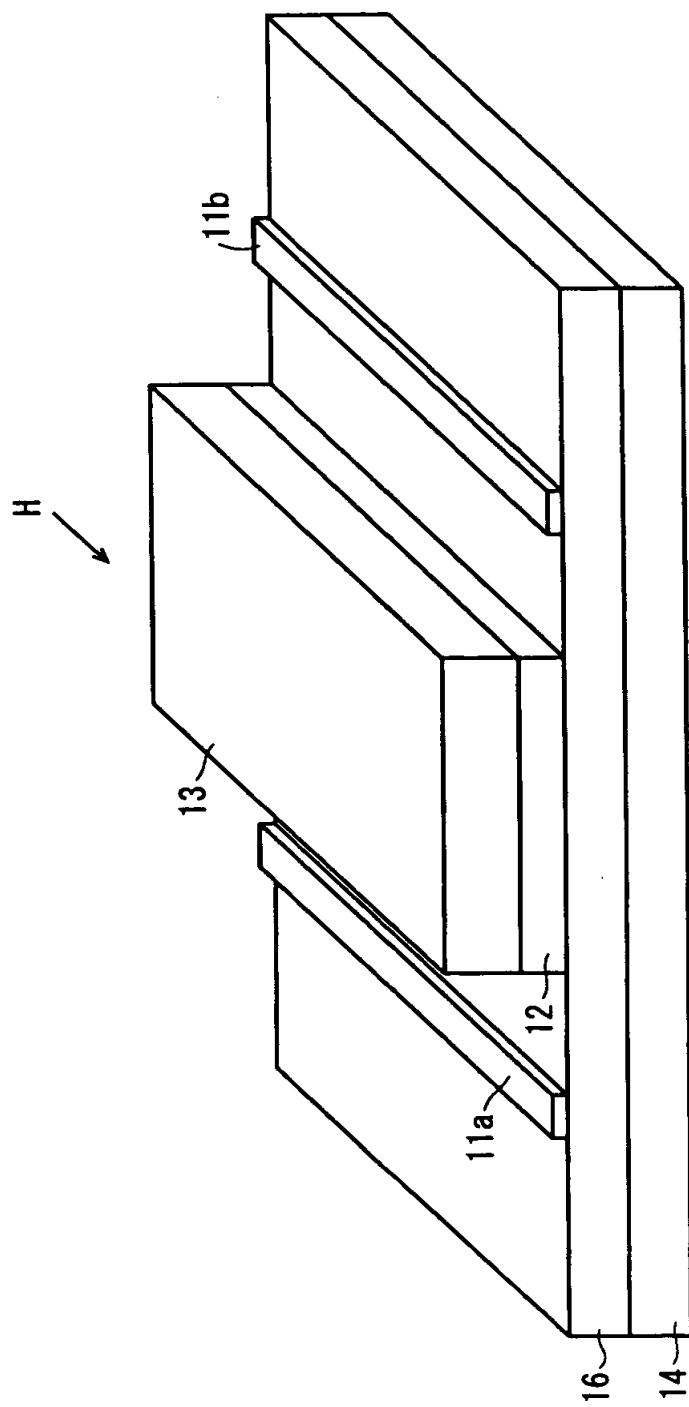
【図3】



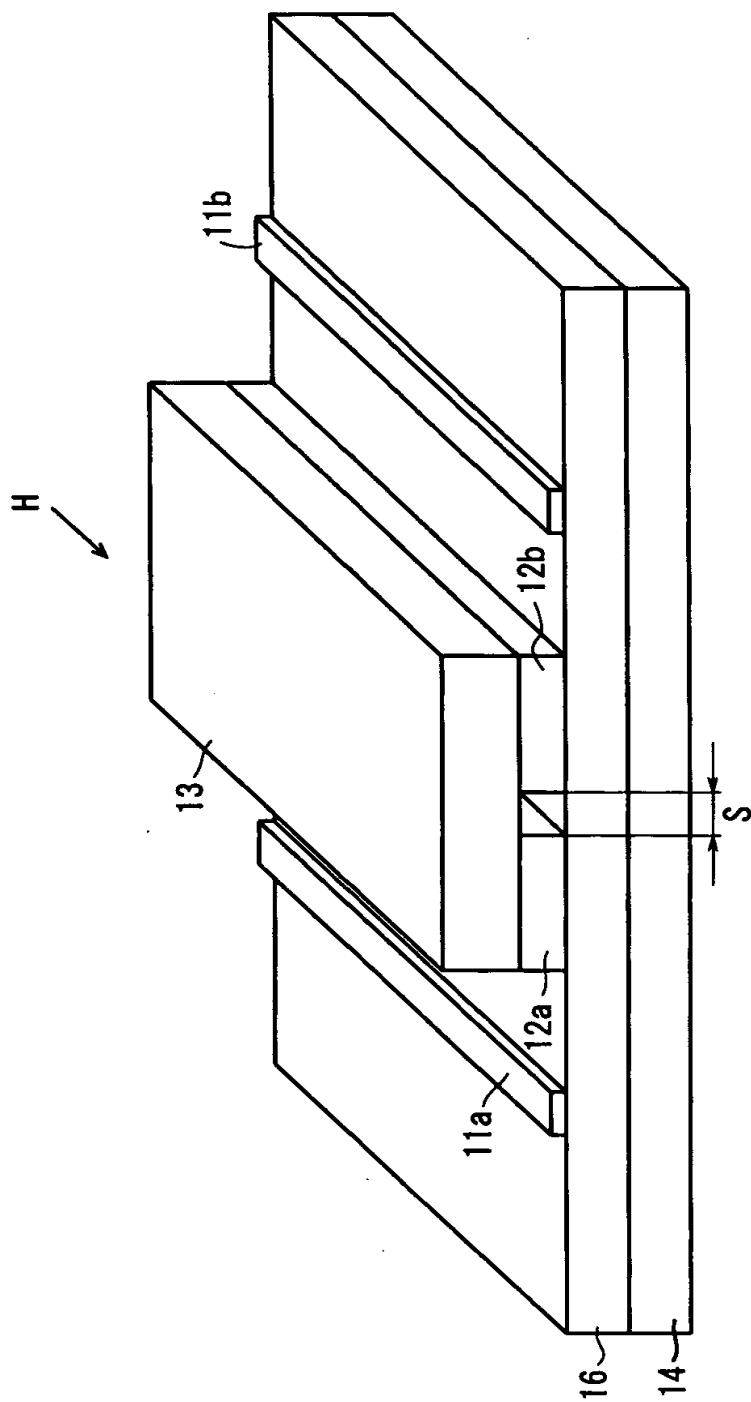
【図4】



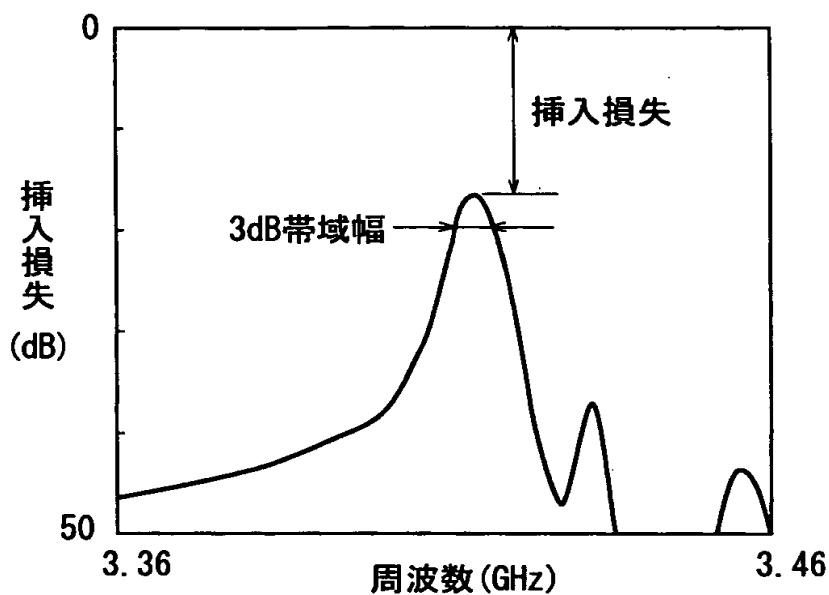
【図5】



【図6】



【図7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】挿入損失を増大させることなく、通過帯域幅を拡大することができるとともに、通過帯域内の周波数特性を平坦化することができる静磁波素子を提供する。

【解決手段】GGG基板3の上に形成したYIG膜を階段形状の溝5によりYIG膜2a, 2bに分離して端面間の間隔が異なるYIG膜2a, 2bを作成し、間隔が異なる端面間で静磁波を共振させる2つのYIG膜2a, 2bを結合して共振器を構成する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001889]

1. 変更年月日 1993年10月20日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
氏 名 三洋電機株式会社